

Спектральные проявления формирования пар квантовых точек в растворах с разной ионной силой

Кретова Алена Артемовна

Сибирский федеральный университет

Ципотан Алексей Сергеевич к.ф.-м.н.

kretova-29@list.ru

Большой интерес исследователей вызывают явления самоорганизации, позволяющие надеяться на создание сравнительно дешевой технологии массового производства наномасштабных элементов различного назначения [1,2]. В связи с этим представляется перспективным использование физических воздействий и, в частности, лазерного излучения для управляемой самоорганизации нанообъектов в кластеры, свойства которых можно задавать в процессе их конструирования. Так в работах [3,4] в дипольном приближении электродинамического взаимодействия была показана возможность формирования структур с заданной геометрией из резонансных наночастиц металлов и полупроводников (квантовых точек), обладающих резонансом в видимом диапазоне спектра. Большую роль, как было показано в работе [5], играет форма и высота потенциального барьера, образованного молекулами стабилизатора и препятствующего спонтанной агрегации наночастиц.

Целью нашей работы является исследование возможности управления потенциального барьера, препятствующего спонтанной агрегации наночастиц, с помощью варьирования ионной силы раствора коллоидных квантовых точек (КТ).

Действительно, как было показано в работе [6], при добавлении соли NaCl в раствор, содержащий КТ, ионы Na^+ за счет кулоновского взаимодействия могут связывать квантовые точки вместе. В ходе нашего эксперимента исследовалась возможность понижения потенциального барьера, что должно в первую очередь приводить к формированию в растворе пар КТ.

Исследовались две кюветы, содержащие образцы. В первой кювете находился буферный раствор с $\text{pH}=7$ (1000 мкл) и 30 мкл КТ (молярная концентрация $C=6 \cdot 10^{-4}$ моль/л), который использовался в качестве контрольного. Во второй кювете находился 1М раствор NaCl 30 мкл КТ с аналогичной молярной концентрацией. Спектры поглощения образцов в зависимости от времени приведены на *рис. 1*.

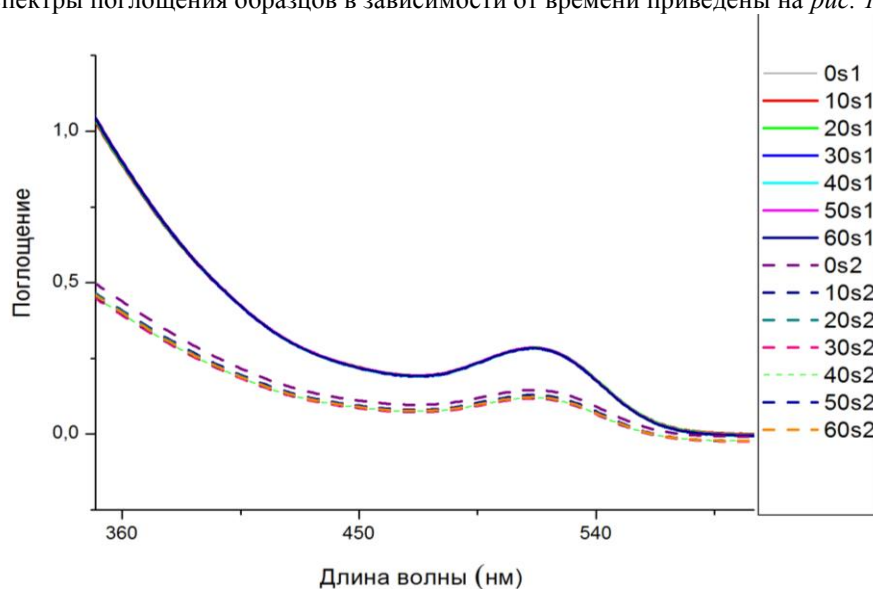


рис. 1 – Спектры образца в буферном растворе (s1) и 1 М растворе NaCl (s2)

Как видно из *рис. 1*, спектр контрольного образца не меняется в течение часа, в то время как в растворе с солью уже в начальный момент времени наблюдается уменьшение величины максимума поглощения в 2 раза, что связано с быстрой агрегацией частиц. Для образца 2 наблюдается постэффект, заключающийся в дальнейшем уменьшении величины поглощения в максимуме. Очевидно, что на первом этапе происходит формирования наиболее простых агрегатов, преимущественно пар, на втором этапе происходит дальнейшая агрегация и формирование комплексных агрегатов. На *рис. 2* приведены нормированные на максимум спектры от времени.

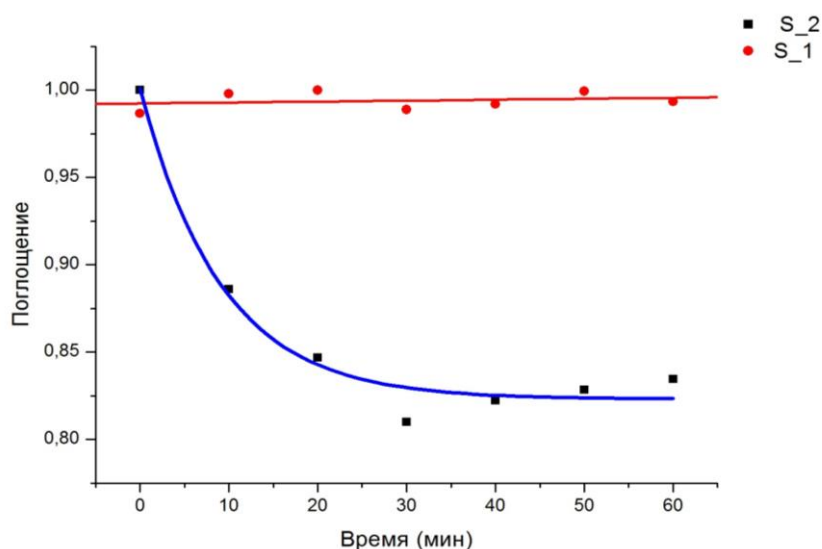


рис. 2 – Отнормированная на максимум зависимость от времени

Как видно из рис. 2, величина максимума поглощения первого образца не меняется со временем, в то время как спад интенсивности поглощения второго образца хорошо описывается экспоненциальным спадом с постоянной времени 9 мин.

Таким образом, показано, что наличие ионов Na^+ в растворе содержащем КТ, приводит к уменьшению высоты потенциального барьера, препятствующего спонтанной агрегации наночастиц, и формированию структур из наночастиц, за счет уменьшения электростатического отталкивания между ними.

Список публикаций:

- [1]. Wang T., LaMontagne D., Lynch J., Zhuang J. and Cao Y. C. Colloidal superparticles from nanoparticle assembly. *Chem. Soc. Rev.*, 2013. v. 42. p. 2804.
- [2]. Jia G., Sitt A., Hitin G.B., Hadar I., Bekenstein Y., Amit Y., Popov I. and Banin U. Couples of colloidal semiconductor nanorods formed by self-limited assembly. *Nature Materials*, 2014. v. 13. p. 301-307.
- [3]. Слабко В.В., Хачатрян Г.Г., Александровский А.С. Управляемая внешним световым полем самоорганизованная агрегация малых металлических частиц. *Письма в ЖЭТФ*, 2006. Т.84. вып.6. с. 360-365.
- [4]. Slabko V.V., Tsipotan A.S., Aleksandrovsky A.S. Resonant light-controlled self-assembly of ordered nanostructures. *Photonics and Nanostructures – Fundamentals and Applications*, 2012. v. 10. p. 636-643.
- [5]. Slabko V.V., Tsipotan A.S., Aleksandrovsky A.S., Slyusareva E.A. Dynamics of self-organized aggregation of resonant nanoparticles in a laser field. *Appl. Phys. B.*, 2014. v. 117. p. 271-278.
- [6]. Kulvietis V., Streckyte G., Rotomskis R. Spectroscopic investigations of CdTe quantum dot stability in different aqueous media. *Lith. J. Phys.*, 2011. v. 51. n. 2. p. 163-171.

Структура редкоземельных примесных центров R^{3+} в $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$

Сердцев Александр Вячеславович

Чернышев Владимир Артурович

Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина

Чернышев Владимир Артурович

saxara1994@yandex.ru

Кристаллы $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$ (YAG), активированные редкоземельными ионами, привлекают внимание исследователей как перспективные лазерные материалы [1]. Кристаллическое поле на примесном ионе в существенной степени определяется его ближайшим окружением – лигандами и следующими за ними ионами. Для исследования электронного спектра примесных центров необходима информация об их локальной кристаллической структуре.

В работе проводится моделирование кристаллической структуры примесных центров R^{3+} в $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$ из «первых принципов», в рамках МО ЛКАО подхода, теории функционала плотности с использованием гибридного функционала B3PW.

Ab initio расчеты были проведены в программе CRYSTAL [2], предназначенной для моделирования периодических структур.